

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-328233

(43)Date of publication of application : 10.12.1993

(51)Int.Cl.

H04N 5/335
G02B 3/00

(21)Application number : 04-130701

(71)Applicant : HITACHI LTD
HITACHI DEVICE ENG CO LTD

(22)Date of filing : 22.05.1992

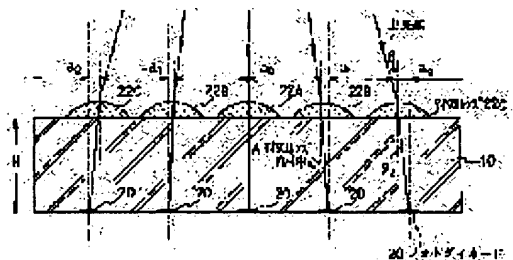
(72)Inventor : HAMAMOTO TATSUO
TAKEMOTO KAYAO
IZUMI AKIYA
KUJI TAKAAKI
KANESAKA KAZUMI

(54) SOLID-STATE IMAGE PICKUP ELEMENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve and uniformize the sensitivity by positioning a micro lens while being offset toward a center of a photoelectric conversion element group corresponding to the distance.

CONSTITUTION: A micro lens 22 is formed on a major surface of a transparent insulation film 10, and let a micro lens placed to the center A of the micro lens array 22 be a micro lens 20A, then a micro lens 22B at both sides is placed with an offset toward the micro lens 22A. That is, an optical axis of the micro lens 22B is offset by a distance a_1 with respect to a vertical axis passing through a center of the region of a photo diode 20 just below the micro lens 22B. Similarly, an optical axis of a micro lens 22C placed at the outside from the center with respect to the micro lens 22B is offset by a distance a_2 with respect to the vertical axis passing through the center of the region of the photo diode 20 just below the micro lens 22C. Moreover, other micro lenses are formed similarly.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

BEST AVAILABLE COPY

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-328233

(43)公開日 平成5年(1993)12月10日

(51)Int.Cl.⁵

H 0 4 N 5/335

G 0 2 B 3/00

識別記号

V

片内整理番号

A 8106-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数2(全 6 頁)

(21)出願番号 特願平4-130701

(22)出願日 平成4年(1992)5月22日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71)出願人 000233088

日立デバイスエンジニアリング株式会社

千葉県茂原市早野3681番地

(72)発明者 沼本 辰雄

千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立

製作所成厚工場内

(72)発明者 竹本 一八男

千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立

製作所成厚工場内

(74)代理人 弁理士 秋田 収喜

最終頁に続く

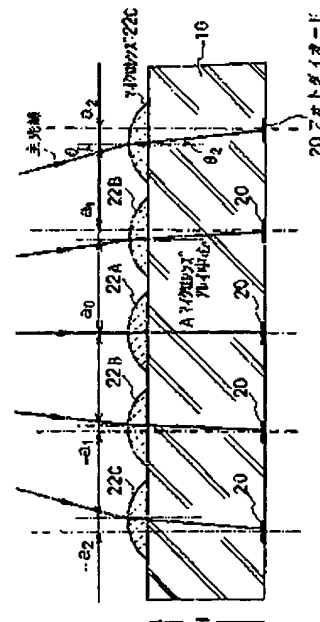
(54)【発明の名称】 固体撮像素子

(57)【要約】

【目的】 各光電変換素子において感度が良好でかつそれらの各感度を均一とする。

【構成】 半導体基板の主表面に形成された複数の光電変換素子からなる光電変換素子群と、これら各光電変換素子が形成された半導体基板の主表面に前記光電変換素子のそれぞれを被うようにして形成されたマイクロレンズからなるマイクロレンズ群と、を備える固体撮像素子において、光電変換素子群の中心に位置付けられる中心光電変換素子上の中心マイクロレンズに対して他のマイクロレンズは対応する光電変換素子の前記中心光電変換素子からの離間距離に応じて中心側に偏位して位置づけられている。

図1



(2)

特開平5-328233

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板の主表面に形成された複数の光電変換素子からなる光電変換素子群と、これら各光電変換素子が形成された半導体基板の主表面に前記光電変換素子のそれぞれを被うようにして形成されたマイクロレンズからなるマイクロレンズ群と、を備える固体撮像素子において、光電変換素子群の中心に位置付けられる中心光電変換素子上の中心マイクロレンズに対して他のマイクロレンズは対応する光電変換素子の前記中心光電変換素子からの距離に応じて中心側に偏位して位置

つけられていることを特徴とする固体撮像素子。

【請求項2】 半導体基板の主表面に形成された複数の光電変換素子と、これら各光電変換素子が形成された半導体基板の主表面に前記光電変換素子のそれぞれを被うようにして形成されたマイクロレンズと、を備える固体撮像素子の製造方法において、前記マイクロレンズの形成は、各光電変換素子の並設パターンにそのまま対応する各マイクロレンズの並設パターンを所定の縮小率で縮小して形成されるパターンを備えるフォトマスクを用いたフォトリソグラフィ方法で形成することを特徴とする固

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、固体撮像素子に係り、特に、半導体基板の主表面に形成された複数の光電変換素子を備え、それぞれの光電変換素子を被うようにマイクロレンズが形成されている固体撮像素子に関する。

【0002】

【従来の技術】固体撮像素子は、半導体基板の主表面における光結像面に光電変換素子であるフォトダイオードがたとえばマトリックス状に配置され、これら各フォトダイオードは照射される光強度に応じた量の電荷が発生するようになっている。

【0003】そして、これら各電荷は、やはり半導体基板の主表面に形成されている電荷転送素子であるCCD素子によって順次とりだされ、その電荷量に応じた映像信号を形成するようになっている。

【0004】また、近年では、感度を向上させるために、光電変換素子が形成された半導体基板の主表面に各光電変換素子をそれぞれ被うようにしてマイクロレンズを形成したものが知られるようになった。

【0005】なお、このような構成からなる固体撮像素子は、たとえば「映像情報INDUSTRIAL、5月号、1986、Vol. 18、産業開発機構KK、映像情報編集部」に詳述されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来の固体撮像素子においては、各マイクロレンズが、その光軸を各マイクロレンズの直下に位置付けられるフォトダイオードの領域の中心に位置付けられるように

形成されたものであった。

【0007】このために、フォトダイオード群の形成領域における中心部においては感度が良好であるが、周辺においては感度が良好でないという問題点が見出されるようになった。

【0008】すなわち、フォトダイオード群の形成領域面における光投影は固体撮像素子と別個に配置された集光レンズから該固体撮像素子の主表面に放射状に広がる主光線の束によってなされると考えると、フォトダイオード群の形成領域面の中心部では該主光線がマイクロレンズの光軸に沿って入射され、周辺部においてはマイクロレンズの光軸に対してある角度をもって入射されることになる。

【0009】この場合、マイクロレンズの光軸に沿って主光線が入射される場合は問題がないが、図5に示すように、マイクロレンズ51の光軸に対してある角度（図角 θ_1 ）で主光線が入射された場合、該マイクロレンズによって屈折角 θ_2 で屈折した屈折光はフォトダイオード52の中心位置からずれた位置（位置aで示している）に照射され、その照射分布の一部がフォトダイオード52の形成領域から外れることになる。

【0010】このため、フォトダイオード52内で発生する電荷量は、中心部に位置付けられるフォトダイオード内で発生する電荷量と比べて少なくなり、感度が良好でなくなってしまう。

【0011】それ故、本発明はこのような事情に基づいてなされたものであり、その目的とするところのものは、各光電変換素子において感度が良好でかつそれらの各感度は均一となる固体撮像素子を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成するために、本発明は、基本的には、半導体基板の主表面に形成された複数の光電変換素子からなる光電変換素子群と、これら各光電変換素子が形成された半導体基板の主表面に前記光電変換素子のそれぞれを被うようにして形成されたマイクロレンズからなるマイクロレンズ群と、を備える固体撮像素子において、光電変換素子群の中心に位置付けられる中心光電変換素子上の中心マイクロレンズに対して他のマイクロレンズは対応する光電変換素子の前記中心光電変換素子からの距離に応じて中心側に偏位して位置付けられていることを特徴とするものである。

【0013】

【作用】このように構成した固体撮像素子において、たとえばその光電変換素子群の中心に位置付けられる光電変換素子からある距離で離れた光電変換素子を考えて、この光電変換素子を被って形成されているマイクロレンズに入射される主光線はその光軸に対してある角度で入射（光電変換素子群に垂直な中心軸側からの放射状

(3)

特開平5-328233

3

の入射)されることになる。

【0014】しかし、このマイクロレンズは前記距離に対応して光電変換素子群の中心側に偏位して位置付けられていることから、該マイクロレンズによる屈折光は光電変換素子の領域の中心に入射させることができるようになる。

【0015】そして、このような構成は、光電変換素子群の各光電変換素子において同じであることから、各光電変換素子において感度が良好でかつそれらの各感度を均一とすることができる。

【0016】

【実施例】図2は、本発明による固体撮像素子の一実施例について示した概略構成図で、特に、後の説明において必要となる各部品の位置関係について示した説明図である。

【0017】同図において、固体撮像素子におけるフォトダイオード20の並設面を示す受光部アレイ21がある。該フォトダイオード20はマトリックス状に配列されたものとなっている。

【0018】また、受光部アレイ21の前方部にはマイクロレンズアレイ23が配置され、このマイクロレンズアレイ23を構成するマイクロレンズ22はやはりマトリックス状に配列されている。また、これら各マイクロレンズ22のそれぞれは前記受光部アレイ21の各フォトダイオード20のそれぞれを被うように位置づけられている。

【0019】ここで、受光部アレイ21とマイクロレンズアレイ23との距離はHとなっている。通常の固体撮像素子においては受光部アレイ21とマイクロレンズアレイ23の間にはたとえばシリコン酸化膜(あるいは他の膜との多層構造膜)からなる透明絶縁膜が介在され、したがって、この場合、該透明絶縁膜の膜厚がHとなっていることになる。

【0020】また、マイクロレンズアレイ23の前方には射出距離を隔ててカメラ光学系射出瞳24が配置されている。このカメラ光学系射出瞳24は、通常、固体撮像素子に対する外付け部品となる光学レンズが用いられる。そして、該カメラ光学系射出瞳24の光軸は前記マイクロレンズアレイ23の中心A、および受光部アレイ21の中心を通るようになっている。

【0021】ここで、カメラ光学系射出瞳24の中心Bを通り、光軸に対して面角 θ で照射される主光線は、図中Cで示されるマイクロレンズ22に入射角 θ で入射されるものとする。

【0022】なお、図中Cで示されるマイクロレンズ22を通った屈折光は、その背後に位置づけられたフォトダイオード20に入射されるようになっている。

【0023】次に、図3を用いて、前記受光部アレイ21として説明した固体撮像素子(ただし、この素子の主表面に形成されているマイクロレンズは後に詳述する)

4

の具体的な構成について説明する。

【0024】同図は、一チップの半導体基板の主表面に図示のような配列で各素子が形成されたものとなっている。同図において、前記半導体基板の主表面の光像投影領域において複数のフォトダイオード20がマトリックス状に配列されて形成されている。

【0025】ここで、フォトダイオード20は、光照射によりその光の強度に応じて電荷を発生する光電変換素子である。

10 【0026】また、列方向(図中縦方向)に配列されたフォトダイオード20の群毎に該列方向に沿って形成された垂直シフトレジスタ32があり、これら各垂直シフトレジスタ32はCCD素子から構成されている。

【0027】これら垂直シフトレジスタ32は、それぞれ列方向に配列された各フォトダイオード20にて発生した電荷を读出するとともに、この電荷を列方向に沿って前記光像投影領域外に転送させるものとなっている。

【0028】なお、各フォトダイオード20から垂直シフトレジスタ32への電荷読出しは、図示しない電荷読出しゲートによりなされるようになっている。

【0029】さらに、各垂直シフトレジスタ32からそれぞれ転送されてきた電荷は、水平シフトレジスタ34に出力され、この水平シフトレジスタ34によって水平方向に転送されるようになっている。この水平シフトレジスタ34は、前記各垂直シフトレジスタ32と同様にCCD素子により構成されている。

【0030】水平シフトレジスタ34からの出力は、出力回路35に入力され、この出力回路35において例えば電圧に変換され、外部に取り出されるようになっている。

30 【0031】そして、このように各素子が形成された半導体基板の主表面には、各フォトダイオード20が形成されている領域において開口が形成されることにより、各フォトダイオード20のみを露出させる遮光膜(図示せず)が形成されている。

【0032】そして、上述に示したようなフォトダイオード20のそれぞれの上方には各マイクロレンズが形成されたものとなっているが、このマイクロレンズの配置状態を図1に示す。

40 【0033】同図は、断面図を示すもので、フォトダイオード20の形成面上には透明絶縁膜10が形成されている。この透明絶縁膜10の膜厚は上述したようにHとなっているものである。

【0034】そして、透明絶縁膜10の主表面にはマイクロレンズ22が形成されている。ここで、前記マイクロレンズアレイ22の中心Aに位置づけられているマイクロレンズをマイクロレンズ22Aとすると、その両脇に位置づけられているマイクロレンズ22Bは前記マイクロレンズ22A側に偏位して位置づけられている。

50 【0035】すなわち、マイクロレンズ22Bの直下の

(4)

特開平5-328233

5

6

フォトダイオード20の領域の中心を通る鉛直軸に対して該マイクロレンズ22Bの光軸は a_1 だけ偏位したものととなっている。

【0036】同様に、マイクロレンズ22Bに対して中心より外側に位置づけられるマイクロレンズ22Cは、このマイクロレンズ22Cの直下のフォトダイオード20の領域の中心を通る鉛直軸に対して該マイクロレンズ22Cの光軸は a_2 だけ中心側に偏位したものとって * ずらし量 $a = H \cdot \tan \theta_1$

で表すことができる。

【0040】ここで、 H ：マイクロレンズの頂点から受光部までの距離

$$\theta_2 : \sin^{-1} (1/n_2 \cdot \sin \theta_1)$$

である。なお、 n_2 はマイクロレンズの屈折率であり、

θ_1 は、受光部アレイの中心からの距離 X 、射出距離を l とした場合に、 $\tan^{-1} (X/l)$ となる値である。

【0041】この式から明かなように、各マイクロレンズにおいて、受光部アレイの中心からの距離 X のみが固有の値をとり、他は固定された値をとるものとなる。

【0042】図4は、上記数式に限らず、実験結果から各マイクロレンズのそれぞれの偏位 a_1, a_2, \dots を、中心のフォトダイオードからの対応するフォトダイオードまでの距離に対応して定めることのできる証左である。

【0043】同図は、従来のように、各フォトダイオードの領域の中心を通る鉛直軸にそれぞれのマイクロレンズの光軸を一致つけた場合、受光部アレイの中心からの距離 X の位置にあるフォトダイオードの領域の中心に対する主光線のズレを示したものである。

【0044】上述した実施例による固体撮像素子によれば、たとえばその受光部アレイの中心に位置付けられるフォトダイオードからある距離で離間したフォトダイオードを考えると、このフォトダイオードを被って形成されているマイクロレンズに入射される主光線はその光軸に対してある角度で入射（受光部アレイに垂直な中心軸側からの放射状の入射）されることになる。

【0045】しかし、このマイクロレンズは前記距離に対応して受光部アレイの中心側に偏位して位置付けられていることから、該マイクロレンズによる屈折光はフォトダイオードの領域の中心に入射させることができるようになる。

【0046】そして、このような構成は、受光部アレイの各フォトダイオードにおいて同じであることから、各フォトダイオードにおいて感度が良好でかつそれらの各感度を均一とすることができる。

【0047】なお、上述した各マイクロレンズは、透明絶縁膜上の全域に熱変形性樹脂層を形成し、いわゆるフ

* いる。

【0037】さらに、図示しない他のマイクロレンズにおいても同様になっている。

【0038】そして、上述した各偏位 a_1, a_2, \dots は、中心のフォトダイオードからの対応するフォトダイオードまでの距離に対応して定められたものとなっている。

【0039】すなわち、数式で示すと、

$$\dots\dots\dots (1)$$

フォトエッチング方法によって、各フォトダイオード上方に相当する熱変形性樹脂層のみを残存させてマトリックス状の配置にした後、加熱による表面張力変形によって半球面形状とすることにより形成するようになっている。

【0048】そこで、該フォトエッチングをする際のマスクを、各フォトダイオードの並設パターンにそのまま対応する各マイクロレンズの並設パターンを所定の縮小率で縮小して形成されるパターンを備えるように形成することによって、図1に示す配置のマイクロレンズを形成することができ、その形成は極めて簡単に行なうことができる。

【0049】上述した実施例では、固体撮像素子上の光電変換素子はマトリックス状に配列されたものを示したが、これに限定されることなく、線状に配列されたものにも適用できることはいうまでもない。

【0050】

【発明の効果】以上説明したことから明かなように、本発明による固体撮像素子によれば、各光電変換素子において感度が良好でかつそれらの各感度を均一とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による固体撮像素子の一実施例を示す要部構成図である。

【図2】本発明による固体撮像素子の一実施例について示した概略構成図で、特に、後の説明において必要となる各部品の位置関係について示した説明図である。

【図3】受光部アレイとしての固体撮像素子の具体的な構成について説明する説明図である。

【図4】本発明による構成の効果が得られる実験的証左を示すグラフである。

【図5】従来の固体撮像素子の一例を示す構成図である。

【符号の説明】

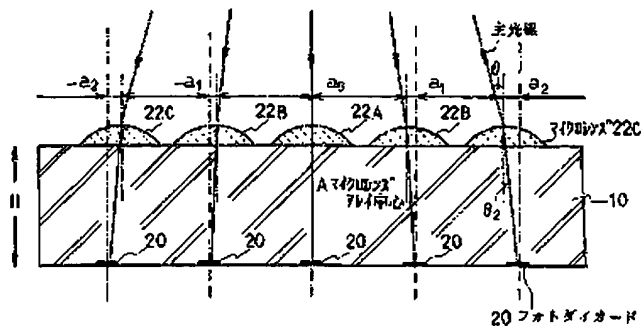
- 20 フォトダイオード
- 21 受光部アレイ
- 22 マイクロレンズ
- 23 マイクロレンズアレイ

(5)

特開平5-328233

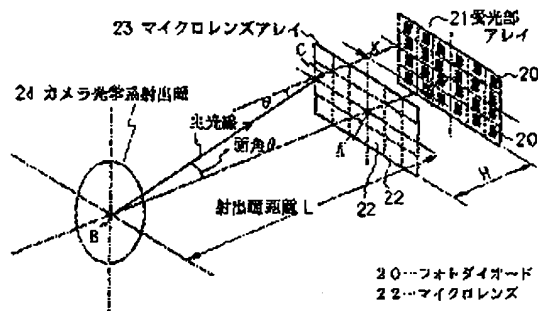
【図1】

図1



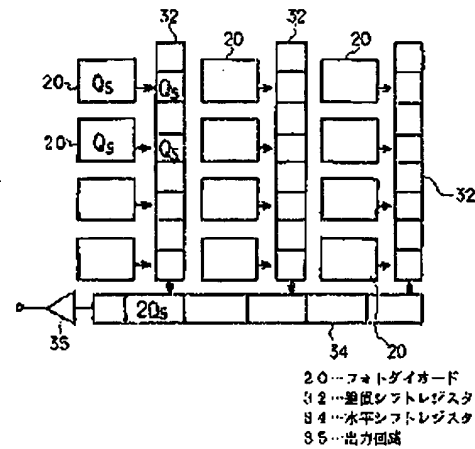
【図2】

図2



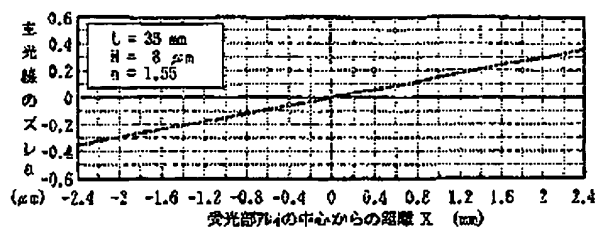
【図3】

図3



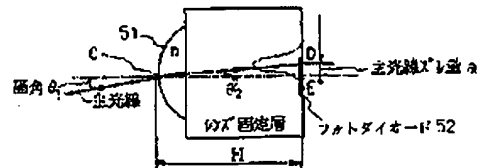
【図4】

図4



【図5】

図5



(6)

特開平5-328233

フロントページの続き

(72)発明者 泉 章也
千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立
製作所茂原工場内

(72)発明者 久慈 卓見
千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立
製作所茂原工場内

(72)発明者 金坂 和美
千葉県茂原市早野3681番地 日立デバイス
エンジニアリング株式会社内